

Japanese Laid-Open Patent Publication No. H5-167633

[0013]

5       Moreover, according to a digital transmission scheme of  
the present invention, for carriers which are vulnerable to  
interferences such as crosstalk, a part of bits having a high  
reliability is used for data transmission among data bits which  
can be transmitted with one transmission symbol, whereas other  
10   remaining bits are not used for data transmission, thereby  
reducing the degree of degradation in bit error characteristics  
to the minimum while increasing transmission capacity in a given  
transmission frequency bandwidth.

15

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-167633

(43)公開日 平成 5年(1993) 7月 2日

(51)Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 L 27/34

H 0 4 J 11/00

H 0 4 L 27/18

H 0 4 N 7/08

A 7117-5K

Z 9297-5K

Z 9070-5C

9297-5K

H 0 4 L 27/ 00

E

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平3-328928

(22)出願日

平成 3 年(1991)12月12日

(71)出願人 000004352

日本放送協会

東京都渋谷区神南 2 丁目 2 番 1 号

(72)発明者 斉藤 正典

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(72)発明者 黒田 徹

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(72)発明者 森山 繁樹

東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放送協会放送技術研究所内

(74)代理人 弁理士 三好 秀和 (外 5 名)

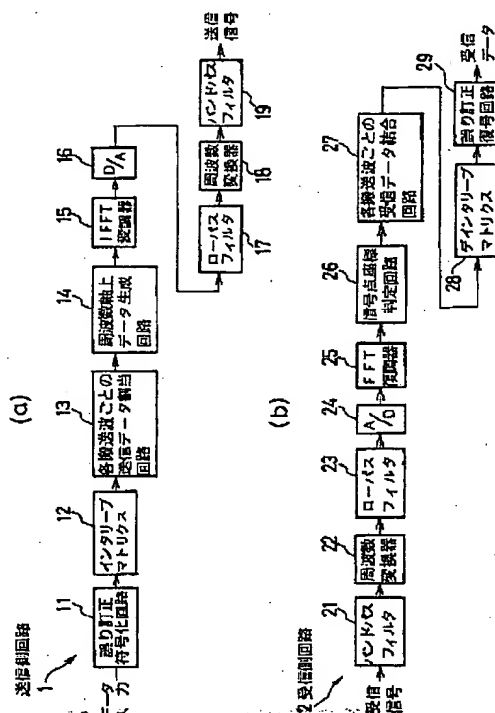
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 デジタル伝送方式

(57)【要約】

【目的】 混信などの影響によるビット誤り率特性の劣化を最小限に抑えながら、OFDMの伝送容量を増加させ、現行のテレビジョン放送1チャンネルの帯域幅の中で、デジタルTV放送ができるようにする。

【構成】 互いに直交する多数の搬送波を用いてデジタル信号を伝送する直交周波数分割多重デジタル伝送方式に関するものであり、各搬送波の振幅と位相を伝送シンボルごとに变化させてデジタルデータを伝送する際の信号点の種類を8個以上とし、1つの搬送波の1つの伝送シンボルで3ビット以上のデータを伝送できるようにし、さらに、混信などの妨害を受けやすい搬送波については、1つの伝送シンボルで伝送可能なデータビットのうち、信頼度の高い一部のビットをデータ伝送に使用し、残りのビットはデータの伝送に用いないようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 直交周波数分割多重デジタル伝送方式において、

各搬送波の振幅と位相を伝送シンボルごとに変化させてデジタルデータを伝送する際の信号点の種類を8個以上とし、1つの搬送波の1つの伝送シンボルで3ビット以上のデータを伝送することを特徴とするデジタル伝送方式。

【請求項2】 請求項1に記載のデジタル伝送方式において、

混信などの妨害を受けやすい搬送波について、1つの伝送シンボルで伝送可能なデータビットのうち、信頼度の高い一部のビットをデータ伝送に使用し、残りのビットはデータの伝送に用いないことを特徴とするデジタル伝送方式。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、移動体向けデジタル放送の伝送方式に関し、特に互いに直交する多数の搬送波を用いてデジタル信号を伝送する直交周波数分割多重 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: OFDM) デジタル伝送方式に関する。

【0002】【発明の概要】この発明は、移動体向けPCM音声放送などに適した伝送方式で、互いに直交する多数の搬送波を用いてデジタル信号を伝送する直交周波数分割多重デジタル伝送方式に関するものであり、各搬送波の振幅と位相を伝送シンボルごとに変化させてデジタルデータを伝送する際の信号点の種類を8個以上とし、かつ、1つの搬送波の1つの伝送シンボルで3ビット以上のデータを伝送できるようにし、さらに、混信などの妨害を受けやすい搬送波については、1つの伝送シンボルで伝送可能なデータビットのうち、信頼度の高い一部のビットをデータ伝送に使用し、残りのビットはデータの伝送に用いないことにより、ある与えられた伝送周波数帯域幅の中で、ビット誤り率特性の劣化を最小限に抑えながら、伝送容量を増加させることを可能とするものである。

## 【0003】

【従来の技術】従来、移動体向けデジタル音声放送の伝送方式としては、例えば、(Le Floch et al, "Digital Sound Broadcasting to Mobile Receivers", IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol. 35, Number 3, August 1989, pp. 493-503) に示されているように、各搬送波はQPSK (Quadrature Phase Shift Keying) 変調され、1つの搬送波の1つの伝送シンボルで2ビットのデータを送る方式しか存在しなかった。また、妨害の影響を受けやすい搬送波において、送信するデータのビット数を減少させ、データ伝送の信頼性を確保する技術は、これまで存在しなかった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】OFDM伝送方式はマルチパスに強いことから、これまで主に移動体向けPCM音声放送の伝送方式として検討されてきたが、周波数利用効率が高い、スペクトルが白色ガウス雑音に近く、同一チャンネル混信を起こしにくいなどの特徴があり、デジタルテレビジョン放送の伝送方式としても有力視されている。

【0005】このOFDM方式において、各搬送波をQPSKなどのスペクトル利用効率2bit/sec/Hzのデジタル変調方式で変調した場合には、高速フーリエ変換 (FFT) ウィンドウに余裕を持たせると共に、ゴースト妨害を吸収するために設けるガードインタバルの長さが有効シンボル期間の20%とすると、例えば、6MHzの帯域で、9.6Mbit/secのデジタル信号を伝送することが可能であり、PCM音声放送用としては十分な伝送容量が得られる。

【0006】しかしながら、デジタルテレビジョン放送においては、解像度の多少の劣化を容認したとしても、1チャンネル当たり少なくとも10Mbit/sec程度の伝送容量が必要となると予想されており、誤り訂正用の検査ビットも考慮に入れると、現行のテレビジョン1チャンネル (6MHz) の中でデジタルテレビジョン放送を行なう場合には、スペクトル利用効率が3bit/sec/Hz以上のデジタル変調方式を用いる必要がある。

【0007】また、移動体向けPCM音声放送には、衛星用として新たな周波数帯を割り当てることが検討されているが、デジタルテレビジョン放送に関しては、現行のアナログテレビジョン放送と同じ周波数帯の中でチャンネルを割り当て、アナログからデジタルへと徐々に移行させていくことが必要であり、この場合には、アナログテレビジョン放送からデジタルテレビジョン放送への同一チャンネル混信、イメージチャンネル混信などが問題となる。

【0008】デジタルテレビジョン放送の伝送方式にOFDM方式を用いた場合、混信の影響は主に同一チャンネルやイメージチャンネルの映像・音声搬送波周波数付近に集中し、その周波数近傍のOFDM搬送波のビット誤り率特性を劣化させる。そこで、妨害を受ける搬送波をいっさい使用しないという方式も考えられるが、この方式では伝送容量が著しく低下してしまう問題がある。

【0009】この発明は、このような考察に基づいて発明されたもので、混信などの影響によるビット誤り率特性の劣化を最小限に抑えながら、OFDMの伝送容量を増加させ、現行のテレビジョン放送1チャンネルの帯域幅の中でOFDMによるデジタルテレビジョン放送を行なうことができるデジタル伝送方式を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】この発明は、直交周波数

分割多重デジタル伝送方式において、各搬送波の振幅と位相を伝送シンボルごとに変化させてデジタルデータを伝送する際の信号点の種類を8個以上とし、1つの搬送波の1つの伝送シンボルで3ビット以上のデータを伝送するものである。

【0011】また、この発明のデジタル伝送方式は、混信などの妨害を受けやすい搬送波について、1つの伝送シンボルで伝送可能なデータビットのうち、信頼度の高い一部のビットをデータ伝送に使用し、残りのビットはデータの伝送に用いないものとすることができる。

【0012】

【作用】この発明のデジタル伝送方式では、各搬送波の振幅と位相を伝送シンボルごとに変化させてデジタルデータを伝送する際の信号点の種類を8個以上とし、1つの搬送波の1つの伝送シンボルで3ビット以上のデータを伝送できるようにすることにより、ある与えられた伝送周波数帯域幅の中で伝送容量を増加させる。

【0013】さらに、この発明のデジタル伝送方式では、混信などの妨害を受けやすい搬送波については、1つの伝送シンボルで伝送可能なデータビットのうち、信頼度の高い一部のビットをデータ伝送に使用し、残りのビットはデータの伝送に用いないことにより、ある与えられた伝送周波数帯域幅の中で、ビット誤り率特性の劣化を最小限に抑えながら、伝送容量を増加させる。

【0014】

【実施例】以下、この発明の実施例を図に基づいて詳説する。

【0015】図1はこの発明の一実施例の回路構成を示すブロック図であり、直交周波数分割多重（OFDM）デジタル伝送方式における送信側回路1と受信側回路2とから構成されている。

【0016】送信側回路1は、後述する各種の信号処理を行なう誤り訂正符号化回路11、インタリーブマトリクス12、各搬送波ごとの送信データ割当回路13、周波数軸上データ生成回路14、IFFT（高速フーリエ逆変換）変調器15、D/A変換器16、ローパスフィルタ17、周波数変換器18、バンドパスフィルタ19から構成されている。

【0017】受信側回路2も、後述する各種の信号処理を行なうバンドパスフィルタ21、周波数変換器22、ローパスフィルタ23、A/D変換器24、FFT（高速フーリエ変換）復調器25、信号点座標判定回路26、各搬送波ごとの受信データ結合回路27、デインタリーブマトリクス28、誤り訂正復号回路29から構成されている。

【0018】次に、上記の構成のデジタル伝送方式の動作について説明する。

【0019】送信側回路1においては、まず誤り訂正回路11によりデータに検査ビットを付加し、バースト誤りの影響を軽減するためにインタリーブマトリクス12

でインタリーブを施す。

【0020】次に、各搬送波ごとの送信データ割当回路13により、インタリーブ後の1伝送シンボル分のデジタル信号を複数の搬送波に割り当てる。この搬送波の数は、通常、400～500程度の値が用いられる。そして、信頼度の低下するビットをデータ伝送に用いない場合には、後述するようにして妨害を受ける搬送波に割り当てるビット数を減らす。

【0021】各搬送波に割り当てられたデジタルデータは、周波数軸上データ生成回路14によりビットパターンに応じて複素数に変換される。このとき、必要に応じて各搬送波ごとに差動符号化が行なわれる。

【0022】複素数に変換されたデータは、IFFT変調器15を用いて逆フーリエ変換し、時間軸上送信波形の量子化された標本値を得る。

【0023】量子化された標本値は、D/A変換器16及びローパスフィルタ17によってベースバンドのアナログ送信波形となる。

【0024】周波数変換器18、バンドパスフィルタ19は、ベースバンド送信波形を無線周波数の送信信号に変換して出力する。

【0025】一方、受信側回路2では、送信側回路1から送り出されてくる送信信号を受信信号として受信し、バンドパスフィルタ21、周波数変換器22及びローパスフィルタ23によりベースバンドに周波数変換し、この後、A/D変換器24で標本化、量子化を行ない、さらにFFT復調器25により時間軸データをフーリエ変換して各搬送波ごとの周波数軸上データを得る。

【0026】次に、信号点座標判定回路26によって各搬送波ごとの複素平面上での受信信号の振幅と位相を判定し、複素受信データを得る。このとき、必要に応じて各搬送波ごとに差動復号を行なう。

【0027】各搬送波ごとの受信データ結合回路27は、複素受信データをデジタルデータに変換すると共に、各搬送波で送信されたビット数に応じて受信データを結合し、受信ビットストリームを生成する。

【0028】この受信ビットストリームに、デインタリーブマトリクス28及び誤り訂正復号回路29によりデインタリーブと誤り訂正が行なわれ、受信データが得られる。

【0029】次に、この発明の特徴とする信号処理動作について説明する。

【0030】図2は信号点配置を示しており、複素平面上の信号点の絶対値と偏角は、各搬送波がとりうる振幅と位相に対応している。周波数軸上データ生成回路14において各搬送波は8相PSK変調され、1個の信号点当たり3ビットのデータが送られる。

【0031】差動符号化を行なう場合には、送信データのビットパターンと搬送波位相の変化量とを、例えば、図3に示すように対応させる。

【0032】また、混信などの影響でビット誤り率が増加する搬送波に割り当てる伝送ビット数を、例えば、1伝送シンボル当たり3ビットから2ビットに減らす方式においては、割当ビット数が2ビットの搬送波の位相変化則は、例えば、図4に示すように定める。すなわち、割当ビット数2ビットの搬送波は差動QPSK変調される。

【0033】上記の信号処理をなす送信側回路1の周波数軸上データ生成回路14と受信側回路2の信号点座標判定回路26は共に、DSP（デジタルシグナルプロセッサ）を用いて構成することができ、搬送波によつて信号点配置や位相判定則が異なってもDSPのソフトウェアの変更により容易に対応することができる。

【0034】次に、この発明の請求項2の係る信号処理動作の実施例について説明する。

【0035】図5は請求項2の実施例における信号点配置を示しており、各搬送波は16QAM変調（Quadrature Amplitude Modulation）され、1個の信号点当たり4ビットのデータが送られる。この16QAM信号の発生は、図5の実線ベクトルと点線ベクトルで表わされる2つのQPSK信号を合成することにより行なう。各信号点に対応する4ビットのデータは、2ビットずつ2組に分けられ、それぞれ実線ベクトルと点線ベクトルの位相を決定する。

【0036】ここで、実線ベクトルを第1パス、点線ベクトルを第2パスと呼ぶことにすれば、受信側回路2では、送信側搬送波位相を $0^\circ$ として、 $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$ のうちどれかに一致した位相角を持つ基準搬送波を再生した後、受信信号点がどの象限に存在するかにより第1パスの復調を行ない、各象限内のどの信号点に最も近いかを判定することにより第2パスの復調を行なう。受信側基準搬送波には、位相不確実性が存在するので、第1パス、第2パスの各々について、図6に示すような差動符号化を行なう。

【0037】請求項2の実施例では、伝送路上で発生する誤りを考えると、例えば、送信側回路1で第1象限内の信号を送った場合、図7に矢印で示すように隣の信号点への誤りが支配的となる。

【0038】この図7の誤り発生経路は、どの場合にも第2パスの受信データに誤りを生ずるが、一方、図7でA点の信号が送られた場合には、他の象限への誤りが発生する確率はきわめて小さいので、第1パスのデータには誤りがほとんど発生しない。そこで、混信などの影響で信頼度が低下する搬送波においては、第2パスの位相を常に第1パスと一致させ、図7のA～D点の信号だけを使用し、第1パスのみを用いてデータを送れば、混信などによる誤りの増加を最小限に抑えることができる。

【0039】

【発明の効果】以上のように請求項1の発明によれば、従来の直交周波数分割多重デジタル伝送方式と比べて、同じ周波数帯域幅当たり、1.5倍以上の情報量を伝送することができる。

【0040】また請求項2の発明によれば、例えば同じ周波数帯を使用しているアナログテレビジョン放送から混信妨害が発生して、OFDM信号のある特定の搬送波が大きな妨害を受けるような場合においても、ビット誤り率特性の劣化を最小限に抑えながら伝送容量を増加させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例を実行する信号処理システムを示すブロック図。

【図2】この発明の一実施例における信号点配置を示す説明図。

【図3】上記実施例で差動符号化を行なった場合の送信データと位相変化量の対応を示す説明図。

【図4】上記実施例で妨害の影響を受ける搬送波において、1伝送シンボル当たり2ビットのデータを送る場合の送信データと位相変化量との対応を示す説明図。

【図5】この発明の他の実施例における信号点配置を示す説明図。

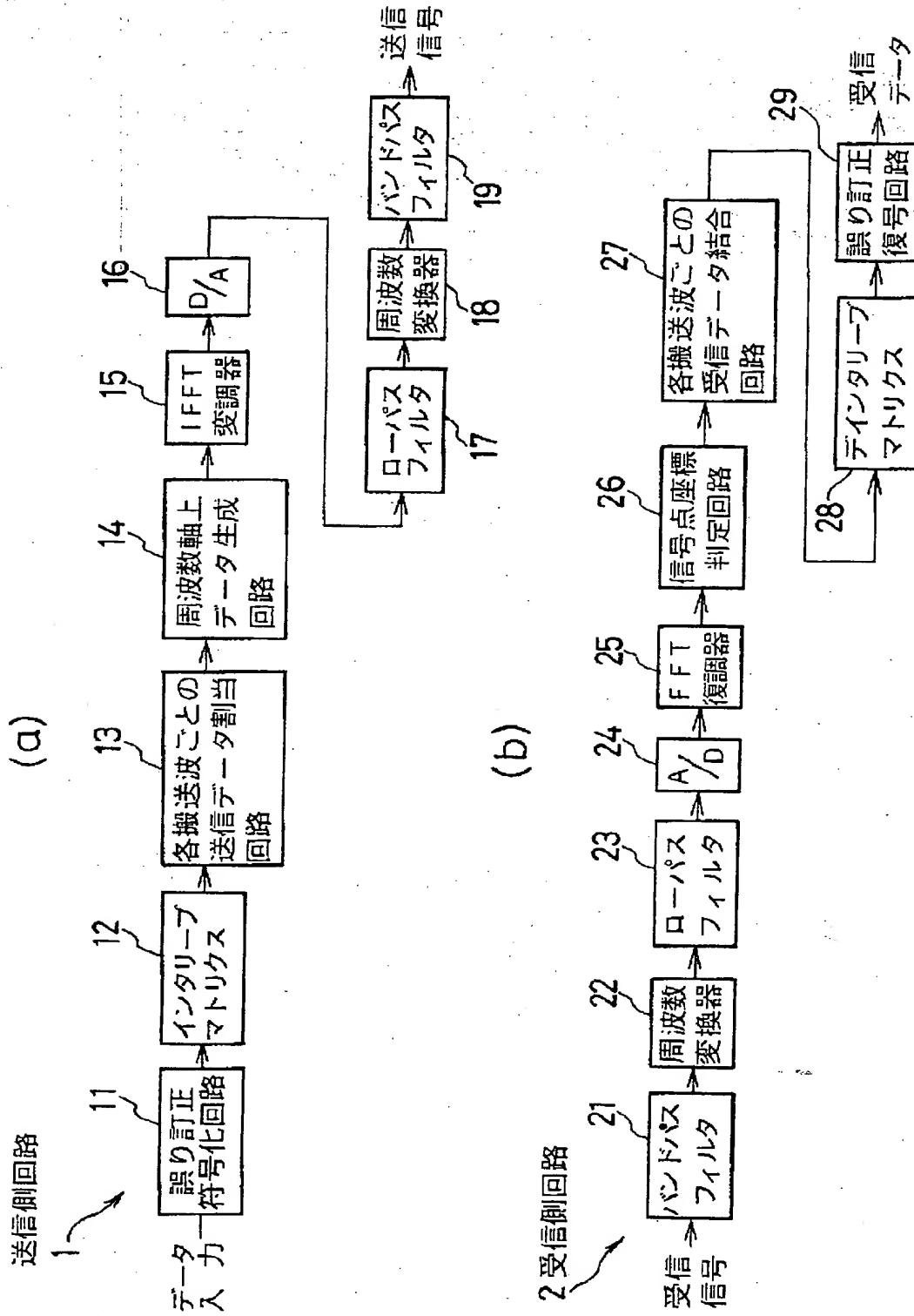
【図6】上記実施例の第1パス、第2パスそれぞれについて差動符号化を行なう場合の送信データと位相変化量の対応を示す説明図。

【図7】上記実施例における誤りの発生経路を示す説明図。

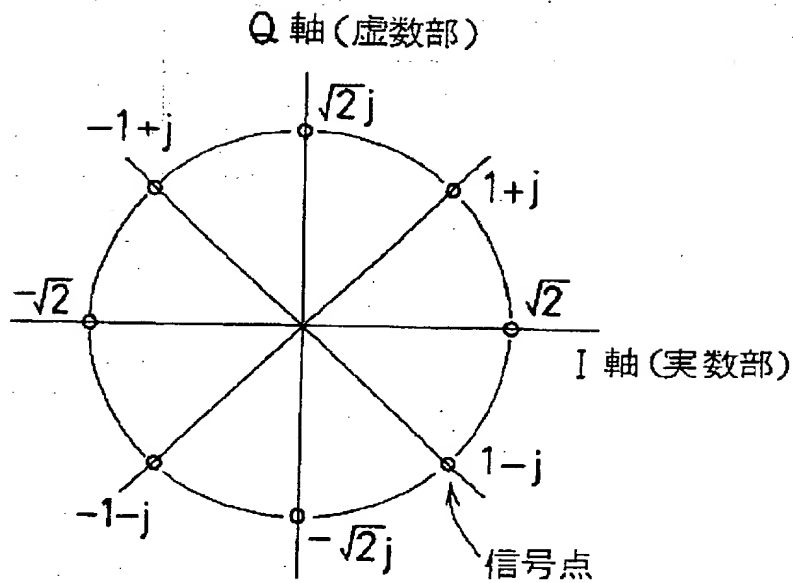
#### 【符号の説明】

- 1 送信側回路
- 2 受信側回路
- 11 誤り訂正符号化回路
- 12 インタリーブマトリクス
- 13 各搬送波ごとの送信データ割当回路
- 14 周波数軸上データ生成回路
- 15 IFFT変調器
- 16 D/A変換器
- 17 ローパスフィルタ
- 18 周波数変換器
- 19 バンドパスフィルタ
- 21 バンドパスフィルタ
- 22 周波数変換器
- 23 ローパスフィルタ
- 24 A/D変換器
- 25 FFT復調器
- 26 信号点座標判定回路
- 27 各搬送波ごとの受信データ結合回路
- 28 デインタリーブマトリクス
- 29 誤り訂正復号回路

【図1】



【図2】



【図3】

送信データ	位相変化量
0 0 0	0
0 0 1	$+\frac{\pi}{4}$
0 1 1	$+\frac{\pi}{2}$
0 1 0	$+\frac{3}{4}\pi$
1 1 0	$+\pi$
1 1 1	$-\frac{3}{4}\pi$
1 0 1	$-\frac{\pi}{2}$
1 0 0	$-\frac{\pi}{4}$

【図6】

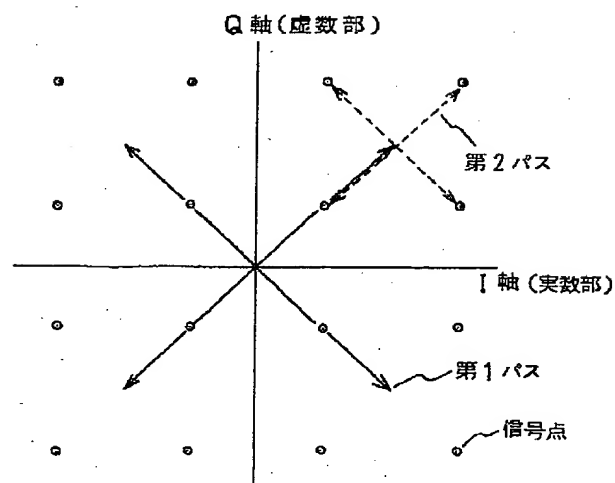
送信データ	位相変化量
0 0	0
1 0	$+\frac{\pi}{2}$
1 1	$+\pi$
0 1	$-\frac{\pi}{2}$

【図4】

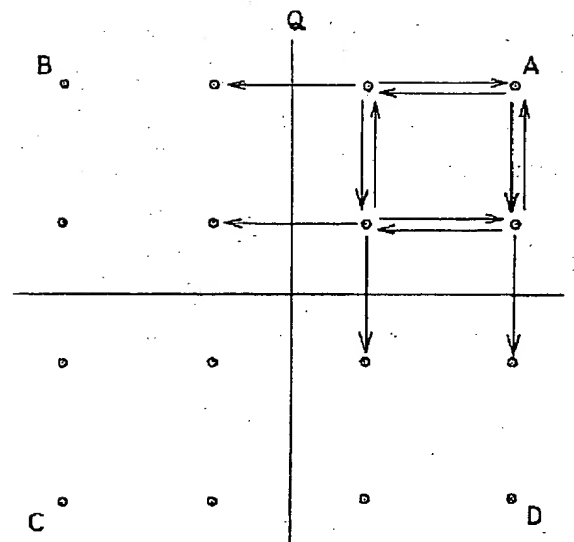
送信データ 位相変化量

0 0	0
1 0	$+\frac{\pi}{2}$
1 1	$+\pi$
0 1	$-\frac{\pi}{2}$

【図5】



【図7】



フロントページの続き

(72) 発明者 齊藤 知弘  
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放  
送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 高田 政幸  
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放  
送協会放送技術研究所内

(72) 発明者 山田 幸  
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放  
送協会放送技術研究所内